

FACULTÉ DE MEDECINE DE PARIS

ANNÉE 1939

N^o **3**

THÈSE
POUR LE
DOCTORAT EN MEDECINE
(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR
Albert VALAT
Né le 17 Septembre 1912, à Gignac (Hérault)

**CINÉMATISATION, DIGITALISATION
PHALANGISATION
DES MOIGNONS D'AMPUTATION**

Président de Thèse : M. GOSSET, Professeur

PARIS
LIBRAIRIE LE FRANÇOIS
91, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 91

1939

THÈSE

POUR LE

DOCTORAT EN MEDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

Albert VALAT

Né le 17 Septembre 1912, à Gignac (Hérault)

CINÉMATISATION, DIGITALISATION PHALANGISATION DES MOIGNONS D'AMPUTATION

Président de Thèse : M. GOSSET, Professeur

PARIS

LIBRAIRIE LE FRANÇOIS

91, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 91

1939

1. — PROFESSEURS

MM.

Anatomie	R JUVIERE.
Physiologie	LÉON BINET.
Physique médicale	STROHL.
Chimie médicale	POLONOVSKI
Bactériologie	ROBERT DEBRÉ.
Parasitologie et histoire naturelle médicale	BRUMPT.
Pathologie et thérapeutique générale.....	BAUDOUIN.
Pathologie médicale	PASTEUR-VALLERY-RADOT.
Pathologie chirurgicale	MONDOR.
Anatomie pathologique	LEROUX.
Histologie	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale	TIFFENEAU.
Thérapeutique	AUBERTIN.
Hygiène et médecine préventive.....	TANON.
Médecine légale.....	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie.	LEVY-VALENSI.
Pathologie expérimentale et comparée....	HENRI BENARD.
Hydrologie thérapeutique et climatologie.	CHIRAY.
Clinique médicale.....	ABRAMI.
	PIESSINGER.
	LOEPER
	RATHERY.
Hygiène et clinique de la première enfance	LEREBoullet.
Clinique des maladies des enfants.....	NOBECOURT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale.....	
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	LAIGNEL-LAVASTINE
Clinique des maladies du système nerveux	GOUGEROT.
Clinique des maladies infectieuses.....	GUILLAIN.
	LEMIERRE.
	CUNEO
	GOSSET
	GREGOIRE
	JENCRMANT.
Clinique chirurgicale.....	VELTER.
	CHEVASSU.
Clinique ophtalmologique.....	COUVELAIRE.
Clinique urologique	JEANNIN.
	LEVY-SOLAL.
Clinique d'accouchements.....	MOCQUOI
Clinique gynécologique.....	
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	OMBREDANNE.
Clinique thérapeutique médicale.....	HARVIER.
Clinique oto-rhino-laryngologique.....	LEMAITRE.
Clinique thérapeutique chirurgicale.....	PIERRE DUVAL.
Clinique propédeutique.....	M. VILLARET.
Clinique de la Tuberculose.....	TROISIERS.
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte	
Clinique cardiologique	MATHIEU.
Clinique de neuro-chirurgie	LAUBRY.
Assistance Médico-Sociale.....	CLOVIS VINCENT.
	N...

Professeurs sans chaire.....

HAZARD.
MULON.
OLIVIER.
SANNIE.
VERNE.



II. — AGREGÉS EN EXERCICE

MM.

MM.

Pathologie chirurgicale.. AMELINE.
 Pathologie médicale BARIETY.
 Pathologie médicale..... BÉNARD HENRI.
 Pathologie médicale..... BERNARD ETIENNE.
 Hydrologie..... BESANÇON JUSTIN.
 Bactériologie..... BONNET.
 Pathologie médicale..... BOULIN.
 Pathologie médicale BROUET.
 Histologie BULLIARD.
 Pathologie médicale..... CACHERA.
 Anatomie CORDIER.
 Pathologie médicale COSTE.
 Physique DOGNON.
 Urologie FEY.
 Pathologie chirurgicale.. FUNCK.
 Parasitologie GALLIARD.
 Bactériologie GASTINEL.
 Pathologie chirurgicale.. DE GAUDART D'ALLAINES.
 Physiologie GAYET.
 Pathologie médicale..... DE GENNES.
 Histologie GIROUD.
 Pathologie médicale..... HAGUENAU.
 Co-rhino-laryngologie . HALPHEN.
 Anatomie pathologique.. HUGUENIN.
 Hygiène JOANNON.

Obstétrique LACOMME.
 Obstétrique LANTUEJOU.
 Pathologie médicale..... LAROCHE GUY.
 Parasitologie LAVIER.
 Pathologie médicale LELONG.
 Pathologie expérimentale LEMAIRE.
 Pathologie chirurgicale.. LEVEUF.
 Pharmacologie Mlle J. LEVY.
 Neurologie et Psychiatrie LEVY-VALENSI.
 Pathologie chirurgicale . MÈNÉGAUX.
 Pathologie médicale..... MOLLARET
 Pathologie médicale..... MOREAU.
 Pathologie chirurgicale.. MOULONGUET.
 Pathologie médicale..... MOUQUIN.
 Pathologie chirurgicale.. PETIT-LUTY.
 Médecine légale..... PIÉDELIEVRE.
 Obstétrique PORTES.
 Ophtalmologie RENARD.
 Physiologie RICHET.
 Pathologie chirurgicale.. SÈNÈQUE.
 Pathologie médicale..... TURPIN.
 Obstétrique VIGNES.
 Pathologie chirurgicale.. WILMOTH.

III. — AGREGÉS RAPPELÉS A L'EXERCICE

POUR LE SERVICE DES EXAMENS

MM.

MM.

Pathologie chirurgicale.. ALGLAVE.
 Pharmacologie BUSQUET.
 Physiologie CHAILLEY-BERT
 Obstétrique GUÉNIOT.
 Pathologie chirurgicale . HEITZ-BOYER.

Pathologie chirurgicale.. LARDENNOIS.
 Obstétrique LE LORIER.
 Parasitologie NEVEU-LEMAIRE.
 Pathologie chirurgicale . SCHWARTZ.
 Obstétrique VAUDESCAL.

IV. — AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE

A TITRE PERMANENT

MM.		MM.	
ALAJOUANINE.	}	BASSET.	}
AUBERTIN.		BROCQ.	
BRULÉ.		CADENAT.	
CHABROL.		GATELLIER.	
DONZELOT.		MOURE.	
DUVOIR.		QUENU.	
LIAN.		VELTER.	
PASTEUR-VALLERY-			
RADOT.			
SEZARY.			
MM.	}	Clinique obstétricale..	
ECALLE			
METZGER.			

V. — CHARGÉS DE COURS

	MM.
Education physique.....	CHAILLEY-BERT, agrégé.
Radiologie clinique.....	LEDOUX-LEBARD.
Stomatologie	RUPPE.
Puériculture	WEIL-HALLÉ.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A LA MEMOIRE DE MON PERE

Mort pour la France

A LA MEMOIRE DE MA MERE

A TOUS LES MIENS

A MONSIEUR LE PROFESSEUR GOSSET

Professeur de clinique chirurgicale à la Faculté de Médecine
de Paris

Membre de l'Académie de Médecine

Membre de l'Institut

Grand Officier de la Légion d'Honneur

*Hommage de respectueuse
gratitude pour le très grand
honneur qu'il nous fait en ac-
ceptant la présidence de cette
thèse.*

A MES MAÎTRES DES HOPITAUX DE PARIS

MESSIEURS LES PROFESSEURS GREGOIRE

FERNAND BEZANÇON

FIESSINGER

LEVY-VALENSI

CHEVASSU

LEREBoullet

GUILLAIN

GOUGEROT

A MES MAITRES
De L'HOPITAL DE GONESSE (S.-et-O.)

MONSIEUR LE DOCTEUR CARDOT

Chirurgien chef

MONSIEUR LE DOCTEUR MILHIET

Chirurgien adjoint

Chef de clinique de la Faculté de Médecine de Paris

MONSIEUR LE DOCTEUR CORNU

Médecin chef

En témoignage de mon respectueux attachement.

A MES CAMARADES D'INTERNAT

A MES AMIS

AVANT-PROPOS

Les éventualités chirurgicales de la nouvelle guerre dans laquelle se trouve plongé notre pays doivent s'inspirer des enseignements chirurgicaux de la guerre de 1914-1918. Nos Maîtres nous ont tracé la voie, à nous de les suivre.

Parmi les amputations qui privent le plus l'homme d'une partie de ses possibilités actives, ce sont celles des membres supérieurs qui donnent, au point de vue social, le plus de déchets. C'est pourquoi les recherches ont porté sur les meilleures méthodes de restitution aux amputés de certaines facilités d'action, soit par l'appareillage direct avec des membres articulés, plus ou moins perfectionnés, plus ou moins automatiques. C'est pourquoi les chirurgiens se sont efforcés de réaliser, par le moignon d'amputation, un organe de préhension, doté du sens musculaire, et si possible, du sens tactile.

Déjà précieuse dans les amputations latérales, une telle tactique se révèle vitale dans les amputations bilatérales. Et non seulement par les interventions transformant le membre amputé en un moignon vi-

vant, possédant une valeur fonctionnelle propre, mais aussi par celles qui font de ce moignon un organe moteur pour un appareil de prothèse dont les articulations et les mouvements de préhension sont directement sous la dépendance des muscles et os du moignon soigneusement préparé.

Nous nous proposons, dans les pages qui vont suivre, après un rappel historique de conceptions qui, depuis, ont fait leur chemin, de procéder à l'étude des diverses méthodes qui sont à l'heure actuelle appliquées en pratique civile, dans diverses parties du monde, et qui ont fait l'objet en France d'essais à la Clinique Chirurgicale de Strasbourg, sous la direction du Professeur Leriche.

Mais dès à présent nous devons faire une réserve en ce qui concerne la chirurgie de guerre : il ne faut pas croire que les méthodes de cinématisation puissent être de pratique courante en chirurgie d'armée. Ce ne sera que tout à fait exceptionnellement qu'une telle intervention pourra être pratiquée dès l'amputation. Il faut que le chirurgien soit parfaitement sûr de l'asepsie des lambeaux pour oser la tenter. Mais il devra, autant que possible, s'il est appelé à amputer un ou deux membres supérieurs, s'efforcer de pratiquer cette amputation en « préparant la tâche » à son successeur, chirurgien de l'arrière, qui, sur un moignon déjà cicatrisé, mais amputé pour en tenter la cinématique, pourra, à son gré et à son heure, réaliser la cinématisation, la digitalisation, ou la phalangisation réelle, à la Bosch-Arana.

Nous ne voulons ici que rappeler des techniques, trop heureux si ce modeste travail permet à certains de penser à une telle intervention, trop peu connue, et socialement si précieuse.

HISTORIQUE DE LA PROTHESE DE LA MAIN

L'adaptation d'un appareil de prothèse au moignon de l'avant-bras est fort ancienne. Dans Ashmed ben Tean, médecin juif du ^{xiii}^e siècle et historien, on rappelle que Ebner, sage Hyérosolomitain, vivant du temps du roi Saül, avait une « main de fer qui s'ouvrait et se fermait, et dont il se servait pour tenir la lampe sainte ». Pline le Jeune cite la main de fer de Marcus Sergius, noble romain qui l'avait fait exécuter sous ses yeux, d'après ses propres indications. Barba-Rossa, pirate du ^{xvi}^e siècle, était connu sous le nom de « Barbe Rouge, Main de Fer ». En 1504, un armurier construit sur les dessins de Goetz von Berlichingen une main mécanique, dont les mouvements digitaux se font à l'aide des doigts de l'autre main, ou semi-automatiquement, par l'appui du coude sur une table. Ambroise Paré, dans la seconde partie du ^{xvi}^e siècle, construit une main artificielle dans laquelle le mouvement de préhension se fait entre un pouce indépendant et quatre doigts solidaires entre eux. Wilson, d'Edimbourg, construit en 1790 une main de cuir, armée à l'intérieur d'un bâti en fil d'archal. Les arti-

culations sont mobilisables à l'aide de l'autre main, et demeurent dans l'attitude qu'on leur impose. La paume porte un mandrin auquel pouvaient s'ajuster des ustensiles à manche carré, fabriqués spécialement pour les besoins quotidiens.

En 1796, Klingert, de Breslau, tente de construire une main artificielle dont les mouvements devaient reproduire ceux d'une main véritable, mais sans succès.

En 1835, Ballif, dentiste de Berlin, construit une main dont l'ouverture et la fermeture s'obtiennent par l'intermédiaire de courroies fixées au tronc. Il construit de même un bras, dont la flexion du coude est obtenue par les mêmes procédés. C'est désormais sur cette théorie que seront construits les bras et les mains articulés, jusqu'en 1877 (1). On connaît ainsi les mains de Eichler, de Petersen, de Collin, de Carnes. Le comte de Beaufort crée un modèle réduit de main de Ballif, dit « main du pauvre » coûtant moins cher, main incapable de travaux de force ou prolongés.

En 1877, Charrière et Dalsich utilisent les premiers les mouvements d'extension et de flexion du moignon pour mouvoir la main articulée, selon des mouvements correspondants. Par la suite, ils utilisèrent les mouvements de pronation et de supination pour les mouvements des doigts, à l'imitation de Ballif. Mais

(1) Rappelons la main AMAR-NEUBURGER (1916) conçue sur le même principe.

à ce moment les muscles fléchisseurs et extenseurs du moignon inutilisés s'atrophient.

Beaufort avait déjà dès 1867 envisagé cette technique dans sa brochure « Recherches sur la prothèse des membres », mais ne l'avait pas appliquée.

En 1896, Vanghetti, chirurgien à Empoli (Italie), procéda à une série d'expériences sur les poulets et publiait en 1898 une monographie rapportant les résultats obtenus, d'utilisation « des contractions musculaires et musculo-tendineuses en transformant les muscles contenus dans le moignon en véritables mouvements à un appareil prothétique, en réalisant ainsi leurs plastiques capables de communiquer leurs mouvements à un appareil prothétique, en réalisant ainsi une *Vitalisation du moignon* ». Sous ses directives, Ceci, chirurgien de Pise, pratiqua en décembre 1900 la cinématisation d'un moignon de bras, après amputation pour sarcome. Redini construisit l'appareil de prothèse adapté à ce moignon cinématisé. Toutefois la méthode était compliquée et la capacité de travail restreinte. La technique tomba pour un temps dans l'oubli. Elgart tenta une intervention de ce genre en 1909, sans résultat appréciable, bien qu'il ait antérieurement publié une brochure « *Amputatio humeri osteoplastica et antebrachii tenoplastica* ».

La guerre de 1914 ranime les activités créatrices des chirurgiens : Sauerbruch publie en 1916, en Allemagne, un travail : « *Die willkürlich bewegliche Hand* », décrivant sa méthode comme originale. Il pratique également des moteurs à anse musculaire ou tendineuse avec des résultats satisfaisants, selon une mé-

thode renouvelée de Vanghetti qu'il ignore cependant dans son ouvrage. A sa suite, de nombreux chirurgiens allemands pratiquent des interventions similaires, tandis qu'en Italie, s'inspirant directement de Vanghetti, Francesco, Pieri, Pellegrini, Scalone, réalisent des interventions cinéplastiques réussies.

Presque simultanément, cependant, un progrès sensible allait être réalisé dans les interventions cinéplastiques. En effet, en 1916, Krukenberg, d'Elberfeld (Allemagne), emploie les muscles du moignon pour mouvoir les os de l'avant-bras séparés en formant une pince douée de la sensibilité tactile et n'utilisant pas d'appareil prothétique. Kummel, de Berlin, réalise à sa suite une intervention réussie.

Krukenberg publie en 1917, dans son ouvrage « *Ueber plastische Umwertung von Amputationsstumpfen* », ses procédés, rapportant 6 interventions similaires, et présente en février 1918 trois nouveaux opérés au Congrès de Chirurgie de Guerre Allemande, à Bruxelles.

Au début de 1916, ignorant les procédés de Krukenberg (l'Allemagne et l'Italie étaient alors en guerre), Putti, à l'Institut Rizzoli, imagine un procédé analogue. Tuffier présente en 1920, à la Société de Chirurgie de Paris, la méthode de Putti, utilisant cependant pour cette présentation un terme assez malheureux : la *phalangisation*, terme évoquant l'idée fautive d'une segmentation transversale, alors que le procédé consiste au contraire en l'isolement longitudinal des os. Cadenat propose le terme mieux choisi de *digitalisation*.

En France, la méthode a eu peu d'adeptes. Tuffier, Lambert, Coulaud cependant l'utilisent. Ce dernier pratique la technique de Putti à tunnel et à anse. Rieffel en a rapporté les résultats à la Société de Chirurgie de Paris, le 21 janvier 1921, Sieur, à la même société, le 7 février 1922, insiste sur la valeur du procédé.

Enfin le professeur Leriche pratique à Strasbourg, en 1927, trois interventions de ce genre avec la technique de Putti.

Pendant ce temps, Bosch-Arana, à Buenos-Aires, de 1914 à 1925, met au point une intervention cinéplastique dont il donne une première description dans la Presse Médicale de décembre 1923, après avoir réussi à créer un appareil, répondant aux trois caractéristiques ci-après :

- 1) Un dispositif d'attache ;
- 2) Un tracteur externe ;
- 3) Un régulateur de la tension myogène.

Lui et ses élèves ont depuis réalisé en Amérique du Sud une cinquantaine d'interventions similaires, selon une technique désormais bien mise au point, et dont nous nous efforcerons de tracer plus loin les grandes lignes.

On peut désormais affirmer que la cinématisation des moignons, si elle peut être de grand secours chez des hommes dont la profession antérieure est faite de gestes simples, ou de travaux de force, doit céder la place, pour les gestes plus fins, ou pour des raisons

d'esthétique que nous rencontrerons en chemin à l'opération de Putti. Enfin, quand il s'agit d'utiliser un appareil de prothèse, la *phalangisation* véritable que réalise l'opération de Bosch-Arana est à préconiser. Son exécution n'entraîne qu'un minimum de dextérité, et répond à des règles précises, relativement simples. Ses résultats fonctionnels et esthétiques sont tels, que la préférence que lui marque le Corps médical Sud-Américain, est parfaitement justifiée.

Nous rappelons simplement ici que Bosch-Arana a tenté la vitalisation des moignons d'amputation du membre inférieur. Cette intervention nous semble sans intérêt.

CINEMATISATION PROPREMENT DITE

Toutes les opérations cinématiques peuvent être faites au membre supérieur pour une opération de l'avant-bras, pour une opération du bras, voire pour une désarticulation de l'épaule. Toutefois, on doit se souvenir que, plus on se rapproche de celle-ci, moins les muscles sont spécialisés, plus difficile sera donc l'édification de points moteurs, et par conséquent plus pénible sera la rééducation du mutilé.

Le problème est surtout réalisable, en pratique, pour les moignons d'avant-bras. Certains auteurs utilisent même le terme de « cinématisation antébra-chiale » pour bien marquer les limites de cette intervention.

La technique générale de la cinématisation proprement dite repose sur le principe du moteur-massue, ou moteur-anses musculaires, sur lesquelles se fixent les commandes de la main artificielle. En principe, cette méthode est applicable à toutes les amputations quelle que soit leur hauteur.

Les massues sont constituées par les masses musculaires du moignon que l'on a désossé en partie. Elles doivent, pour être utilisables, être renflées à leur

extrémité distale. Leur col, ou pied rétréci, recevra un bracelet relié aux commandes de la main artificielle.

En théorie, on pourrait réaliser deux massues, l'une formée par les fléchisseurs, l'autre par les extenseurs, ayant chacune un rôle distinct : ouverture ou fermeture de la main.

Ce procédé toutefois semble imparfait, dans la pratique. Il n'a été employé qu'aux débuts, et est aujourd'hui remplacé par les deux méthodes : anses motrices ; pinces de Krukenberg ou de Putti ; tunnels moteurs, opération de Bosch-Arana.

DIGITISATION, DIGITALISATION FORCI-PIZZAZIONE

La méthode de la massue n'ayant pas donné les résultats qu'on en espérait, on a tenté de faire travailler le moignon d'abord par un appareil se servant des deux os de l'avant-bras comme moteurs, puis, par la suite, d'utiliser le moignon seul, sans l'intermédiaire d'un appareil. Il s'agit également d'une individualisation osseuse motrice, ou purement préhensive.

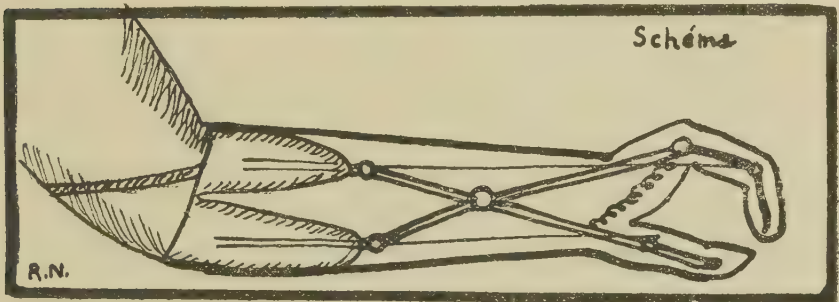
BRAS ARTIFICIEL DE KRUKENBERG :

L'idée primitive de Krukenberg fut de se servir des deux os pour mouvoir un membre artificiel, et une main préhensive, dont ces os seraient les moteurs uniques.

Il sépara donc le radius du cubitus, jusqu'en haut de l'avant-bras, jusqu'à l'articulation du coude, sans ouvrir celle-ci. Les masses musculaires séparées en deux tronçons, tant les fléchisseurs que les extenseurs, étaient fixées sur chaque os. Le moignon radial était recouvert par toute la peau du moignon initial.

Il était toujours nécessaire d'utiliser une plastie à l'italienne prise sur la paroi latérale du thorax ou le flanc, pour recouvrir le moignon cubital. Une énorme pince disgracieuse, que le rond pronateur ferme par sa contraction, était le résultat final. Sur ces deux membres de la pince étaient fixé, par l'intermédiaire de coulisses et de ressorts, un appareil assez compliqué.

Nous donnons ci-contre un schéma de cet appareil moteur pour prothèse artificielle sur pince de Krukenberg. Il semble que ce procédé ait été abandonné assez rapidement par Krukenberg, qui, à ce moment, se mit à suivre les mêmes conceptions théoriques, qui devaient donner à Putti l'idée de son opération.



CONCEPTION DE LA DIGITALISATION

Il s'agit de transformer l'avant-bras en un organe susceptible de mouvements de préhension. Pour saisir un objet, deux bras de levier sont nécessaires, se mouvant l'un contre l'autre, et articulés en un point médian. Anatomiquement et mécaniquement par-

lant, la main est « une pince dont une branche est le pouce, et l'autre les quatre doigts réunis ». Toutefois le pouce est également capable de se livrer à des mouvements de rotation. Amélioration de la machine ! Or un moignon d'avant-bras retrouve tous ces mouvements, formé de deux os creux dont l'un est capable de mouvements de pronation et de supination autour de l'autre.

Les deux os d'un moignon séparés, le radius peut se livrer librement à ses mouvements de pronation, de supination, d'abduction, d'adduction. Il joue alors le rôle exact que le pouce joue par rapport à la main. Le cubitus joue le rôle des quatre doigts restants. Nous trouvons tous les muscles nécessaires à ces mouvements dans le moignon :

le biceps : adducteur, fléchisseur, supinateur du radius ;

le rond pronateur : adducteur et pronateur ;

le grand palmaire : adducteur ;

le long supinateur : abducteur du radius.

On sépare les muscles les uns des autres, on attribue à chaque bras de levier les muscles nécessaires. Il subsiste toutefois des extenseurs et des fléchisseurs qui n'ont aucune fonction définie et qui restent inemployés.

La cinématisation n'est possible que sur les longs moignons. Il faut en effet 45° de rotation pour que l'action en soit utile. La rotation n'est plus que de 26° au tiers moyen. Généralement, nous l'avons vu, les amputés ne sont adressés au chirurgien cinéma-

tisateur qu'après avoir déjà subi une amputation. La limitation des mouvements se trouve aggravée du fait de la synostose des extrémités osseuses au niveau de l'amputation, du raccourcissement consécutif de la membrane interosseuse de l'immobilisation de l'avant-bras en pronation, et de la sclérose des tissus. Et cependant, malgré ces conditions défavorables, il suffit de séparer le radius du cubitus, pour lui permettre de retrouver ses mouvements.

OPÉRATION DE KRUKENBERG. Pince antébrachiale (d'après Birckel).

On fait une incision en U, qui passe au milieu entre les deux os, sur les deux faces de l'avant-bras, jusqu'à une distance de 7 à 8 centimètres du pli du coude. Sur la face postérieure, on sépare l'extenseur commun, en une partie radiale et une partie cubitale. Le cubital postérieur reste dans la partie cubitale. Le long supinateur et les radiaux restent dans le doigt radial. Les muscles du pouce sont extirpés.

Sur la face antérieure, le fléchisseur commun superficiel est séparé en deux moitiés. Le profond et le fléchisseur du pouce sont extirpés. L'huméro-stylo-radial reste du côté du radius. Le bout périphérique du nerf médian est réséqué. Les muscles qui doivent être contenus dans les deux doigts sont fixés entre eux par des points de suture. La membrane interosseuse est réséquée le long du cubitus, pour ménager l'artère interosseuse. Le ligament annulaire est sectionné, au niveau de l'articulation radio-cubitale su-

périeure, pour obtenir un écartement complet du radius.

Il s'agit ensuite de procéder au recouvrement cutané des deux doigts de la pince. La peau est tirée d'abord en doigts de gant sur les deux moignons, et fixée. On suture ensuite le reste sur la face interne en forme de manchon. On fait une plastique au niveau du coude, en interposant entre les deux branches un lambeau triangulaire, pour empêcher l'accrolement des surfaces suturées. On est parfois forcé d'employer les greffes de Thiersch pour combler les défauts de recouvrement ou de prendre des greffons thoraciques.

Les résultats d'une telle intervention sont, paraît-il, remarquables. Pierre Le Gac, revenant du Congrès de Chirurgie de Berlin, a présenté ses observations sur 563 interventions similaires pratiquées en Allemagne par le Professeur Sauerbruch. Le Liftier du professeur, amputé des deux avant-bras, par exemple, portait des mains artificielles et s'en servait admirablement (procédé Krukenberg-prothèse). D'autres, par contre, portaient une « pince de Krukenberg » inesthétique, mais admirablement efficace.

OPÉRATION OE PUTTI.

L'incision est à peu près la même que celle de Krukenberg. Incision en U qui commence sur la face frontale, à 8 à 10 centimètres du bout du moignon, passe par sa coupole, et se prolonge sur la face dor-

sale. Pour avoir des lambeaux cutanés d'inégales grandeurs, la branche antérieure se trouve latéralement par rapport à la ligne médiane. La dorsale est médiane, pour éloigner les sutures finales de l'espace interosseux.

On écarte les tendons et les muscles suivant les interstices anatomiques. On sectionne le carré pronateur et les ligaments interosseux, pour rendre les deux os de l'avant-bras autonomes. Le doigt radial possède finalement comme musculature le grand palmaire et quelques parties des fléchisseurs, tandis que le doigt cubital se compose du reste des muscles fléchisseurs. Les muscles non employés sont réséqués largement pour faciliter la suture cutanée, car la peau n'est de loin pas suffisante pour envelopper les deux moignons complètement. On est souvent forcé de faire des incisions de détente dans la région opposée à la suture, ou de recourir à la greffe à l'italienne.

Le résultat est un moignon double *digitiforme*, alors que la pince de Krukenberg, par sa division complète, prend l'aspect hideux d'un bec d'oiseau (bec de cigogne). La plupart des porteurs de pince de Krukenberg prennent grand soin de cacher leur membre digitalisé, dont les mouvements ne sont ni plus vigoureux, ni plus fins que ceux de la Pince de Putti, incontestablement plus esthétique, et que les amputés n'hésitent pas à utiliser. L'un de ceux-ci, aveugle, avait même réussi à apprendre à lire en Braille, du bout de ses moignons digitalisés à fine sensibilité.

PHALANGISATION OU CINEMATISATION PROTHETIQUE

Toutes les tentatives modernes de cinématisation prothétique sont réalisées par l'une des méthodes ci-après, utilisant soit des anses motrices, soit des tunnels moteurs :

Méthode de plastie cutanée.

Cette méthode est aujourd'hui abandonnée. La plastie cutanée donne une anse motrice isolée du moignon. Mais cette anse manque de résistance, et au bout de peu de temps, devient élastique, et ne répond plus aux efforts de traction.

Tunnelisation cutanée.

Le tunnel est alors pratiqué par une canalisation intramusculaire, à l'aide d'un lambeau de peau enroulé sur lui-même, la face cruentée étant laissée au dehors. Cette méthode offre à peu près la même sous-résistance que celle de la plastie cutanée simple.

Tunnelisation musculo-tendineuse de Pellegrini.

Par deux incisions, on délimite un pont cutané. On suture les deux bords du lambeau, face cruentée à l'extérieur. Une fois le pédicule musculaire mis en place, on suture la peau par dessus par une petite autoplastie par glissement. Les sutures au niveau des extrémités du tunnel doivent être particulièrement soignées, les « yeux » devant être parfaitement ourlés et devant cicatriser par première intention, sans tissu de granulation intermédiaire, sous peine d'ulcérations ultérieures, pendant leur utilisation mécanique.

Variantes de la méthode de Pellegrini.

Les variantes sont innombrables. On en connaît plus de 60. Les anses peuvent être exécutées, soit à l'extrémité du moignon, soit sur une autre de ses faces. On peut tunneliser un autre muscle dans un autre segment du membre, par exemple utiliser le biceps brachial dans les amputations d'avant-bras.

On peut garnir les tunnels d'un faisceau musculaire ou d'un faisceau tendineux. On peut n'utiliser qu'un tunnel unique : on suture alors les fléchisseurs aux extenseurs, pour obtenir un mouvement de bascule dans un sens ou dans l'autre, suivant la prédominance de la contraction de l'un ou l'autre de ces groupes musculaires.

On peut réaliser plusieurs moteurs, par suture bord à bord de muscles fléchisseurs à muscles fléchisseurs, de muscles extenseurs à muscles extenseurs.

On peut enfin n'utiliser qu'un seul muscle, le biceps, que l'on libère totalement de ses attaches inférieures, que l'on retourne et dont l'extrémité distale est suturée au corps charnu.

Enfin, on peut le séparer en deux tronçons suturés l'un à l'autre par dessus le pont cutané. C'est là la technique de Bosch-Arana, qui donne un excellent moteur, très mobile et très puissant, et que nous allons nous efforcer d'expliquer.

Méthode de Bosch-Arana.

Nous allons prendre comme exemple d'intervention la fabrication d'un tri-moteur sur un moignon anté-brachial relativement assez long. Le problème consiste à réaliser deux moteurs sur l'avant-bras, l'un antérieur, constitué au moyen des muscles fléchisseurs superficiels, l'autre postérieur et externe à l'aide du long supinateur et des radiaux. Enfin, une troisième anse motrice est établie au niveau du bras, au moyen du biceps dont l'insertion radiale a été détachée lors de la dissection du radius. La tunnelisation de la masse charnue du biceps s'effectuera selon la technique de Pellegrini. Ces trois anses motrices (trimoteur) servent : les deux de l'avant-bras pour les mouvements des doigts ; celle du bras, soit pour les mouvements du poignet, soit pour tout mouvement spécial pour lequel l'appareil de prothèse pourrait être construit.

Nous ne décrivons en détails ici que la partie la plus délicate de la première séance opératoire, la construction du moteur postéro-externe.

Technique opératoire :

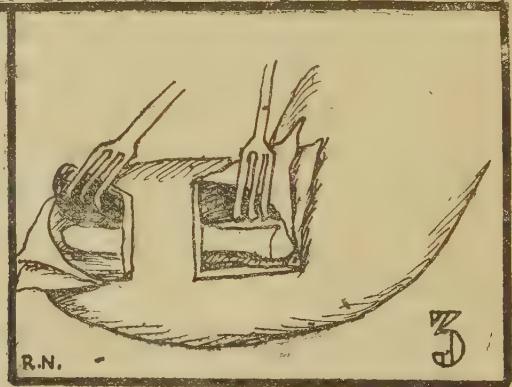
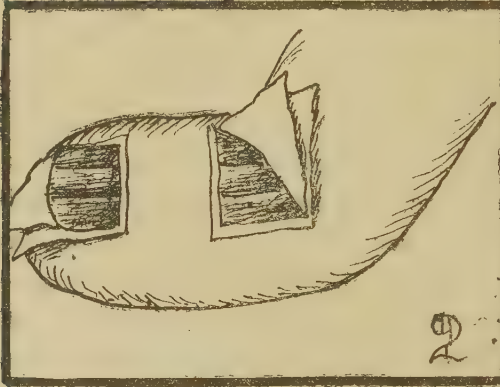
PREMIÈRE SÉANCE OPÉRATOIRE

a) *Premier temps. Incisions cutanées.*

Sur la face postéro-externe du moignon antébra-chial, on trace deux incisions angulaires en L inversées. L'incision supérieure commence à un centimètre au-dessous de l'interligne articulaire huméro-radial, sur la saillie de la cupule radiale, descend verticalement sur une longueur de 8 centimètres, puis se recourbe à angle droit pour remonter sur la face externe (fig. 1) de l'avant-bras, sur une étendue de 5 centimètres. L'incision inférieure inversée commence à l'extrémité du moignon, sur la saillie du radius, facilement repérée au toucher à travers les parties molles. Elle remonte verticalement pendant 5 cms, puis se coude à angle droit, et redescend en croisant la face externe de l'avant-bras. Entre les branches parallèles des deux incisions, doit rester un intervalle d'au moins 5 cms. Ces deux branches verticales serviront à ouvrir une voie pour disséquer facilement le radius. Le pont cutané resté entre les deux branches horizontales des incisions deviendra le tunnel moteur cinéplastiqué, à la Pelligrini.

b) *Deuxième temps. Dissection des lambeaux cutanés.*

Les incisions ayant pénétré la peau, le tissu cellulo-graisseux et l'aponévrose superficielle, les muscles sont découverts. On dissèque et on relève les deux



lambeaux angulaires dessinés par les incisions. On dissèque le pont cutané intermédiaire (fig. 2) Cette dissection doit se faire sous-aponévrotique.

c) *Troisième temps. Désarticulation et extirpation du radius.*

On aborde le radius en passant dans l'interstice qui sépare le long supinateur et les radiaux, des muscles de la loge postérieure (fig. 3). L'os est libéré de ses insertions musculaires, celle du tendon bicipital en particulier. On ouvre l'articulation huméro-radiale, et on extirpe le radius en saisissant son extrémité distale dans un davier et en disséquant l'os au bistouri (fig. 4).

On renferme ensuite la capsule articulaire par une suture (fig. 5).

d) *Quatrième temps : Résection des muscles postérieurs.*

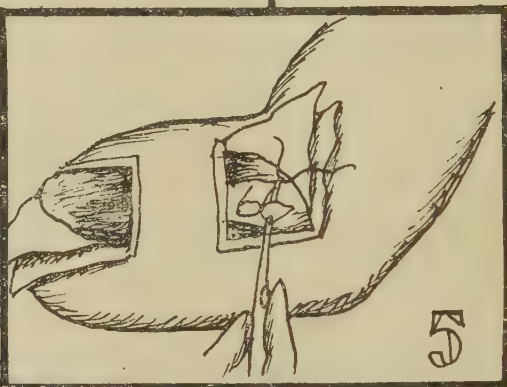
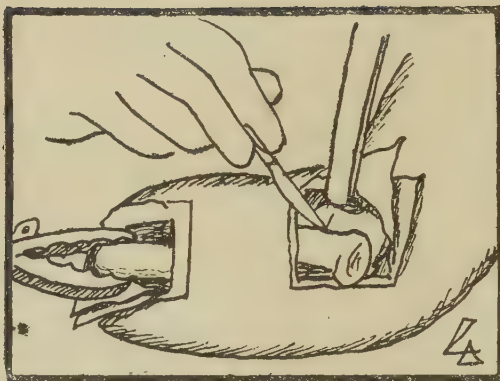
On extirpe avec le bistouri toute la masse des muscles de la loge postérieure, cubital postérieur et extenseur des doigts (fig. 6).

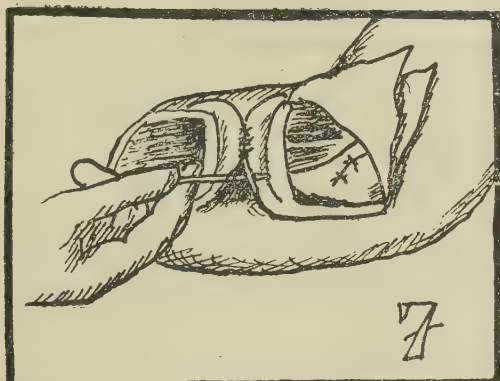
e) *Cinquième temps : Formation du tunnel cutané du moteur.*

On l'exécute suivant la technique de Pellegrini, en suturant l'un à l'autre les deux bords du pont cutané intermédiaire (fig. 7).

f) *Dissection des muscles de la loge externe.*

On dissèque les masses musculaires du long supinateur, des premier et deuxième radial, dont on libère





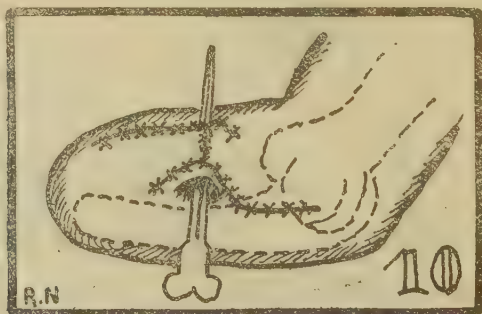
complètement les insertions inférieures, en ayant bien soin de ne pas blesser les filets nerveux qui innervent ces muscles (fig. 8).

g) *Septième temps : Constitution de l'anse motrice.*

Les muscles ainsi disséqués sont séparés en deux couches. La couche superficielle, constituée par le long supinateur, est passée au devant du tunnel cutané confectionné précédemment. La couche profonde, constituée par les radiaux, reste en arrière de ce tunnel. Les deux couches musculaires sont ensuite suturées l'une à l'autre (fig. 9) entourant le tunnel cutané qui devient ainsi l'œil du moteur cinéplastique.

h) *Huitième temps : Suture cutanée.*

On rapproche par simple glissement les lambeaux cutanés dessinés par les incisions en L, et on les suture l'un à l'autre. Cette plastie est rendue facile par l'extirpation du radius et des masses musculaires de la loge postérieure, technique qui constitue l'une des originalités de la méthode de Bosch-Arana (fig. 10).



DEUXIÈME TEMPS OPÉRATOIRE

Ce temps peut succéder au premier à vingt jours d'intervalle environ. On construit dans cette séance, un moteur pour la flexion suivant la technique de Pellegrini. Le tunnel cutané occupe la face antérieure de l'avant-bras et l'anse motrice musculaire est confectionnée avec le muscle fléchisseur superficiel des doigts.

Cette opération achevée, l'avant-bras est en possession de deux moteurs, l'un pour la flexion, l'autre pour l'extension. Ces moteurs sont antagonistes et corrélatifs dans leur action.

TROISIÈME SÉANCE OPÉRATOIRE.

Cinématisation du muscle biceps : elle se pratique en plein corps charnu, dans le tiers moyen du bras, suivant la même technique que pour la confection du moteur antébrachial fléchisseur ; constitution d'un tunnel cutané, et d'une anse motrice musculaire.

Il est important de libérer le biceps de toutes ses insertions inférieures. En le sectionnant à l'origine de ses fibres tendineuses, puis en transfixant la masse charnue dans le plan frontal on obtient deux faisceaux d'égale importance que l'on suture l'un à l'autre, après avoir fait passer le faisceau antérieur au devant du tunnel cutané. Ce moteur bicipital une fois réalisé, constitue un œil susceptible de laisser passer l'index, dont le rendement moteur est considérable. Un rendement de 30 kgs à l'ergographe a été

enregistré avec une telle triple cinématisation (Trimoteur de Bosch-Arana).

(Nous avons donné la technique d'après les textes de Bosch-Arana. Les schémas qui l'accompagnent sont exécutés d'après des planches de P. M. de la Croix).

RESULTATS ET CRITIQUES

Nous venons de voir que, devant un moignon d'avant-bras, le chirurgien réparateur avait le choix entre trois procédés : la cinématisation proprement dite, la digitalisation et la phalangisation. Quels sont les avantages et les inconvénients de ces trois méthodes, tant du point de vue utilitaire que du point de vue esthétique.

La *cinématisation proprement dite* n'est qu'un pis-aller. L'appareillage des massues fait perdre plus des 9/10^e de la valeur énergétique des faisceaux musculaires qui pourraient être utilisés. Les mains artificielles ainsi cinématisées ne sont que des « mains d'intellectuel », (Tuffier) absolument incapables d'un travail efficient. Elles peuvent tenir un journal, un crayon, une cigarette, une cuiller. Mais elles ne peuvent pas, en tenant un couteau, couper de la viande, par exemple. On devra toutefois, devant certaines amputations bilatérales mal préparées pour une intervention ultérieure, se contenter de cette cinématisation qui peut rendre aux malheureux amputés un certain nombre de services appréciables.

La *pince radio-cubitale* peut donner des résultats plus importants au point de vue énergétique. La pince de Krukenberg, malgré la longueur de ses pinces, n'est cependant pas supérieure à la pince de Putti. Les amputés porteurs de ces pinces accomplissent non seulement des mouvements analogues à ceux porteurs d'une main artificielle, mais, bien rééduqués, peuvent se servir de leur moignon cinématisé pour certains travaux de force réduite, mais que la main artificielle ne permet pas.

Toutefois au point de vue esthétique, la séparation radio-cubitale donne naissance à une pince en bec d'oiseau extrêmement laide, et sauf dans certains milieux sociaux, les porteurs de cette pince hésitent à s'en servir, et ont une tendance à la cacher. La pince de Putti, avec ses doigts de 5 centimètres, serait peut-être moins disgracieuse que celle de Krukenberg, mais à l'origine des doigts est le moignon proprement dit, dont la vue n'est pas beaucoup plus plaisante que la pince elle même.

Cependant, ces deux pinces semblent offrir sur les mains artificielles l'avantage de permettre la précision des mouvements, par la sensibilité de l'organe d'exécution. En effet, le travail de la main artificielle est « aveugle » et semblable à celui d'un membre ataxique. Il ne peut s'effectuer que sous le contrôle de la vue, alors que les pinces antébrachiales possèdent une sensibilité « digitale ». Nous avons vu qu'un digitalisé avait appris à lire en Braille en se servant de l'extrémité de ses becs de pince. *

Toutefois les *maines artificielles cinématisées par la méthode de Bosch-Arana*, bien qu'elles soient privées de sensibilité, sont à la fois plus esthétiques que les pinces antébrachiales, et permettent toute une gamme de mouvements que ces pinces n'autorisent pas. Enfin la cinématisation du biceps donne à ces mains une force (30 kgs à l'ergographe) qu'aucune autre méthode ne peut donner.

Le port d'une main artificielle semble tellement nécessaire aux chirurgiens réparateurs, que tous ceux qui pratiquent la digitalisation à la Krukenberg ou à la Putti ont le soin de préciser que « rien n'empêche de doter leurs pinces d'un appareil de prothèse », cinématisé par les doigts radial et cubital.

Alors, puisqu'on doit aboutir à cette solution mixte, pourquoi ne pas immédiatement, au lieu de doter l'amputé d'un moignon divisé anti-esthétique, pratiquer sur ce moignon la phalangisation à la Bosch-Arana, et ne pas doter son bras de tunnels cinéplastiques puissants, permettant plus de mouvements, par leur triple point moteur, que ceux que permettra un appareillage sur moignon digitalisé.

Le chirurgien, s'il ne peut, en l'occurrence, faire *parfait*, se doit et doit à son amputé, de faire immédiatement *au mieux*. Nous croyons que la technique de Bosch-Arana, par les multiples combinaisons qu'elle permet, réalise pleinement ces desiderata.

CONCLUSIONS

1) La prothèse des amputations de main par appareils utilisant comme moteurs des sangles thoraciques est aujourd'hui périmée.

2) La cinématisation proprement dite des moignons d'amputation, par tunnelisation cutanée ou par adaptation des massues terminales à un rôle moteur, permet l'utilisation de membres artificiels simples, capables de mouvements réduits, mais dont la force de préhension est très faible.

3) La digitalisation, par le procédé de la pince de Krukenberg donne deux « doigts » capables de nombreux mouvements, avec une force assez satisfaisante. Mais l'aspect en bec d'oiseau de la pince rend celle-ci nettement inesthétique, et entraîne ses porteurs à la dissimuler.

4) La pince de Putti, moins grande que celle de Krukenberg, possède les mêmes qualités et les mêmes défauts que celle-ci.

5) Ces deux pinces possèdent l'avantage d'être dotées de sensibilité, alors que les appareils de prothèse sont « aveugles ».

6) Les auteurs se rendent tellement bien compte de la laideur des pinces antébrachiales qu'ils envisagent tous l'adaptation d'un appareil de prothèse dont la cinématisation serait réalisée à l'aide de points d'appui reposant sur les « doigts » brachial et radial.

7) La technique de cinématisation des moignons d'amputation de Bosch-Arana de Buenos-Aires permet de donner au membre artificiel de prothèse des mouvements tellement complets qu'ils réalisent une véritable segmentation transversale de la main, et constituent ainsi la *Phalangisation* si souvent recherchée au cours des siècles derniers. Elle constitue la méthode de choix pour la réparation utile des amputations de bras ou d'avant-bras, en donnant à l'amputé une main artificielle *utile, adroite et forte*, lui restituant ainsi une partie de son activité perdue.

Vu : le Doyen de la Faculté,
TIFFENEAU.

Vu : le Président de thèse,
GOSSET.

Vu et permis d'imprimer :

Le Recteur de l'Académie de Paris,
G. ROUSSY.

BIBLIOGRAPHIE

- BERNARD. — L'orthopédie cinéplastique. *Progrès Médical*, 1918, page 353.
- BIRCKEL. — La phalangisation des moignons d'avant-bras. *Strasbourg Médical*, 20 décembre 1927 et Thèse de Strasbourg, 1926-1927.
- BOSCH-ARANA. — Amputaciones cinéplásticas. *Prensa Médica Argentina*, 1917-1918.
- BOSCH-ARANA et DEL VALLE. — Seul ou en collaboration avec del Valle Bosch Arana a publié sur ce sujet plus de 50 articles et un volume, de 1917 à nos jours. Les circonstances nous empêchent de reproduire toute la bibliographie de ces auteurs, dont on trouvera une partie dans la thèse de RIGOLAGE.
- CADENAT. — Chirurgie cinéplastique du membre supérieur. *Revue d'Orthopédie*, 1921.
- CECI. — Procédés originaux d'amputations cinéplastiques des membres supérieurs. *Presse Médicale*, 1926, n° 82.
- COULLAND. — Cinématisation du membre supérieur. *Revue d'Orthopédie*, 1924, n° 1.
- KRUKENBERG. — Ueber plastische Umwertung von Armamputationen-stümpfen. Stuttgart, 1917.

LE GAC. — Ce que j'ai vu en Allemagne. *Bulletins et Mémoires de la Société de Médecine de Paris*. Séance du 24 avril 1937. Discussion par TRÈVES, ROEDERER à la séance du 29 mai 1937.

PELLEGRINI. — Nombreux articles sur ce sujet, et : Contribution à la cinématisation des moignons d'amputation. *Bull. de la Soc. de Chir. de Paris*, 1919, p. 1103.

PÜTTI. — Nombreux articles sur le sujet, et : L'utilisation des mouvements de prono-supination et la « phalangisation des moignons d'avant-bras ». *La Chir. degli org. d. mov.*, Bologna, 1920, tome IV, n° 1.

RIGOLAGE. — Cinématisation chirurgicale des moignons d'amputation du membre supérieur. Thèse de Paris, 1924.

ROEDERER. — La cinématisation des moignons. *Paris Médical*, 1920, p. 394.

SAUERBRUCH. — Kinoplastische Operation bei Armamputierten. *Berliner Klinische Wochenschrift*, 1918.

TUFFIER. — Les amputations cinématiques. *Bull. Acad. de Méd. de Paris*, 1920 ; *Gazette des Hôpitaux*, 1920, p. 87.

VANGHETTI. — Note de plastica cinematografica. *Chir. d. org. d. mov.*, 1918.

— La protesì cinematografica, *Reforma Medica Napoli*, 1919, p. 71.

Les interventions pratiquées en France par le Professeur LERICHE sont rapportées dans l'article de BIRCKEL et dans sa thèse.

